

( 1 )

(11) Publication number:

Japanese Unexamined Patent Application, First Publication No. 2003-151128

(54) Title:

METHOD FOR MANUFACTURING SUBSTRATE WHERE SOFT MAGNETIC LAYER IS FORMED, THE SUBSTRATE WHERE THE SOFT MAGNETIC LAYER IS FORMED, MAGNETIC RECORDING MEDIUM AND MAGNETIC RECORDING DEVICE

(72) Inventor:

KAWANO TOSHIFUMI

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a low-noise magnetic recording medium wherein noise from a soft magnetic layer formed between a substrate and a magnetic recording layer is reduced, and a magnetic recording device using the magnetic recording medium.

SOLUTION: In the method for forming a soft magnetic layer on a substrate, the soft magnetic layer is formed by applying a DC bias voltage to the substrate to carry out sputtering. A substrate is provided on which a soft magnetic layer is formed by the use of the method. A magnetic recording medium is provided in which at least a magnetic recording layer is formed on the soft magnetic layer. A magnetic recording device which uses the magnetic recording medium is provided.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2003-151128

(P2003-151128A)

(43) 公開日 平成15年5月23日 (2003.5.23)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

キーワード (参考)

G 1 1 B 5/851

C 1 1 B 5/851

5 D 0 0 6

5/667

5/667

5 D 1 1 2

審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2001-341570(P2001-341570)

(22) 出願日 平成13年11月7日 (2001.11.7)

(71) 出願人 000003968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 川野 敏史

神奈川県横浜市青葉区鴨志田町1000番地

三菱化学株式会社内

(74) 代理人 100103997

弁理士 長谷川 暁司

Fターム (参考) 5D006 CA03 CA05 DA08 EA03

5D112 AA04 BD03 BD05 FA04

(54) 【発明の名称】 軟磁性層を形成した基板の製造方法、軟磁性層を形成した基板、磁気記録媒体及び磁気記録装置

(57) 【要約】

【課題】 磁気記録媒体において、基板と磁気記録層の間に設けられた軟磁性層からのノイズを小さくし、低ノイズの磁気記録媒体、および該磁気記録媒体を用いた磁気記録装置を得る。

【解決手段】 基板上に軟磁性層を形成する方法において、該基板に直流バイアス電圧を加えながらスパッタリングを行う軟磁性層を形成した基板の作製方法、該作製方法により作製された軟磁性層を形成した基板、該軟磁性層の上にすくなくとも磁気記録層を設けた磁気記録媒体、および該磁気記録媒体を用いた磁気記録装置。

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】基板上に軟磁性層を形成する方法において、該基板に直流バイアス電圧を加えながらスパッタリングを行うことを特徴とする軟磁性層を形成した基板の製造方法。

【請求項2】直流バイアス電圧が50V以上かつ500V以下である請求項1の軟磁性層を形成した基板の製造方法。

【請求項3】請求項1または2に記載の方法により形成されたことを特徴とする軟磁性層を形成した基板。

【請求項4】軟磁性層の保磁力が100e以下である請求項3に記載の軟磁性層を形成した基板。

【請求項5】軟磁性層が少なくともFeNi、ないしCoZrX(XはNb、Taより選ばれる一種以上の元素)を含有することを特徴とする請求項3または4に記載の軟磁性層を形成した基板。

【請求項6】請求項3乃至5のいずれかに記載の軟磁性層上に少なくとも磁気記録層が形成されてなる磁気記録媒体。

【請求項7】磁気記録層が垂直磁化膜である請求項6に記載の磁気記録媒体。

【請求項8】請求項6または7に記載の磁気記録媒体と、磁気記録媒体を記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部からなる磁気ヘッドと、磁気ヘッドと磁気記録媒体に対して相対移動させる手段と、磁気ヘッドの記録信号入力と磁気ヘッドからの再生信号出力を行うための記録信号処理手段を有することを特徴とする磁気記録装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は軟磁性層を形成した基板の製造方法、軟磁性層を形成した基板及びこれを用いた磁気記録媒体、並びに磁気記録装置に存する。特にノイズの低い垂直磁気記録媒体およびこれを用いた磁気記録装置の提供に有用である。

## 【0002】

【従来の技術】近年、磁気ディスク装置、フロッピー（登録商標）ディスク装置、磁気テープ装置等の磁気記録装置の適用範囲は著しく増大され、その重要性が増すと共に、これらの装置や、これに用いられる磁気記録媒体について、高記録密度への対応が図られきた。例えば磁気記録媒体の高記録密度化に伴い、記録、再生ヘッドとしてMRヘッドやGMRヘッドの使用やデジタル信号エラー修正技術としてPRML技術の導入以来、記録密度の増加はさらに激しさを増し、近年では1年に100%ものペースで増加を続けている。

【0003】しかし従来より用いられている磁化が基板面に平行に向く、いわゆる「面内磁気記録媒体」では、記録密度が上がるにつれ隣接する記録磁区同士の反発がおきるため、磁気記録層の厚みを薄くしていく必要があ

る。この薄膜化と記録磁区長、幅の減少とがあいまって、高密度記録における一つあたりの記録磁区体積は著しく小さくなってしまい、この結果「熱磁気緩和現象」と呼ばれる磁化方向の熱的な不安定性が増大してしまう。記録密度を上げると、磁化の不安定性が急速に増していくため、面内磁気記録媒体では記録密度に限界が来ることが予想されている。

【0004】この問題を解決するために多くの検討がなされているが、その一つに垂直磁気記録媒体が挙げられる。垂直磁気記録媒体では磁化が基板面に垂直方向に向くのが特徴であり、高密度記録を行った際に、隣接する磁区同士が反発しないので、面内磁気記録媒体に比べてより高密度記録に向くといわれている。

## 【0005】

【発明が解決しようとする課題】垂直磁気記録媒体では、通常基板と磁気記録層の間に裏打ち層として軟磁性層が設けられる。この軟磁性層の目的は、記録時にヘッドの記録部からの記録磁束を有効に磁気記録層方向へ集中させることである。特に単磁極ヘッドの場合、軟磁性層が対向磁極の役割を果たすので、軟磁性層が無い場合は記録が困難となる。

【0006】ここで軟磁性層とは、磁性材料の分野で一般的に定義される軟磁性材料、すなわち強磁性材料およびフェリ磁性材料（外部磁場印加時に該外部磁場と同じ方向に自発磁化を持つ磁性材料）のうち保磁力が零か比較的小さいものを薄膜状に形成したものである。再生時は面内磁気記録と同様のヘッド、例えばGMRヘッドにより媒体から発生する磁束が検出されるが、軟磁性層を設けた場合、長い記録磁区の内部では反磁界が打ち消され、再生波形が良好な方形形状となるといった効果もある。

【0007】軟磁性層には、FeNi、FeAlSi、CoZrTa等が用いられ、かつ求められる特性は、高透磁率、高磁化、かつ再生信号が低ノイズであるといった点である。ところが、一般に磁化が高い軟磁性層では再生した場合のノイズが高くなるという問題があった。ノイズの原因は軟磁性層中の磁気異方性であると考えられている。磁気異方性が発生すると微少な磁区が生じ、磁気ヘッドがこの磁区からの磁界を拾ってノイズを発生する。

【0008】軟磁性層中に磁気異方性が発生する原因は完全に明確にはされていないが以下の様な事が推察される。磁化の大きい軟磁性層の場合は成膜時に先に堆積した膜にたまたま磁化方向の揃った比較的大きい領域が発生すると、その領域より発する磁場の影響で、その後堆積する軟磁性層中に磁気異方性が発生すると推測される。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】本発明は、軟磁性層をスパッタリング法により基板上に形成する際に、該基板に直流バイアス電圧（以下、単にバイアス電圧と称するこ

とがある)を引加することで、形成される軟磁性層の磁気異方性の発生を抑制して、該軟磁性層を用いた磁気記録媒体を作製した場合、該軟磁性層からのノイズを低く抑えるものである。

【0010】すなわち本発明の要旨は、基板上に軟磁性層を作製する際において、該基板に直流バイアス電圧を加えながらスパッタリングを行うことを特徴とする軟磁性層を形成した基板の製造方法、この方法により作製された軟磁性層を形成した基板、該軟磁性層上に少なくとも磁気記録層を形成した磁気記録媒体、及び磁気記録装置に存する。

【0011】

【発明の実施の形態】磁化の高い軟磁性層を用いた場合に再生ノイズが発生するのは、先に述べた様に堆積する粒子が、先に堆積した膜より発生する磁場を受けることで、あたかも磁場中成膜のように、その磁場方向が磁化容易軸として固定されると考えられる。

【0012】本発明では軟磁性層の作成中に基板に直流バイアス電圧を加える。こうすることにより、成膜中の軟磁性層に対してスパッタガス粒子(通常はAr)が打ち込まれる。このとき打ち込まれた箇所の軟磁性層の温度は局所的に高温となり磁化を消失する。軟磁性層は瞬時に冷却するので磁化は直ぐに復活するが、成膜中に磁化の消失領域がランダムに発生することから、堆積粒子が特定の方向の磁界を受けることは無く、磁気異方性が発生しない。この結果非常に低ノイズの軟磁性層が得られる。用いられるスパッタガスはAr、Ne、Xe、Kr等を挙げることができるが、コストの点からArであることが好ましい。

【0013】基板に印加される直流バイアス電圧は、接地電位(本件の場合スパッタ装置の真空チャンバ内壁の電位が接地電位となる)に対してマイナスの電圧である。ただし本発明においては直流バイアス電圧の値はマイナスの符号を付けずに表す。この直流バイアス電圧は、高い方が上記効果に優れており、好ましいバイアス電圧は50V以上である。さらに好ましくは100V以上である。しかし、電圧が高すぎるとガス粒子の打ち込みにより軟磁性層表面が荒れてしまい、かえってノイズを大きくしてしまうため500V以下であることが好ましい。さらに好ましくは400V以下である。

【0014】磁気記録媒体を作成する場合、磁気記録層あるいはCr等の下地層において結晶性を向上させるために直流バイアススパッタリング(基板に直流バイアス電圧を印加しながら行うスパッタリング)を用いることが知られている。しかし本発明の直流バイアススパッタリングによる軟磁性層中の磁気異方性の消失は、こういった結晶成長に関連したものとは異質の全く新規と呼べる効果である。例えばCoZrNbの様なアモルファス軟磁性層の場合、バイアス電圧を加えたことによる結晶化は全く見られなかった。それにもかかわらずノイズが

低下するということは、軟磁性層中に結晶性には依らない磁気異方性が発生しており、直流バイアススパッタリングはそれを打ち消す効果があることを示している。

【0015】ここで用いられる軟磁性層は、FeNi、FeAlSi、FeC、FeTa<sub>2</sub>N、FeTaC等が挙げられるが、直流バイアススパッタリングにより特に低ノイズが得られるという点から、少なくともFeNi、ないしCoZrを含む合金であることが好ましい。CoZr合金は特にCoZrX(XはNb、Taより選ばれる一種以上の元素)で表される合金であることが低ノイズ特性を与える上で好ましい。磁気異方性の小さな良好なアモルファス性を得るためには、Zrの組成は3原子%以上10原子%以下が好ましく、Xの組成は3原子%以上、12原子%以下であることが好ましい。軟磁性層の保磁力は大きすぎると外部磁界に対しての応答性が悪くなるので、100e以下であることが好ましい。軟磁性層の膜厚が薄すぎると十分に記録磁界を収束させることができないので、膜厚は50nm以上であることが好ましい。さらに好ましくは80nm以上であり、特に好ましくは100nm以上である。厚すぎる場合は生産性が悪化する他、軟磁性層表面の荒れが大きくなって浮上特性に問題が出るため、600nm以下であることが好ましい。さらに好ましくは500nm以下である。軟磁性層の飽和磁束密度Bsは、大きい方が記録磁界の効率が上がるため、好ましくは0.7T(テスラ)以上であり、さらに好ましくは1T以上であり、特に好ましくは1.2T以上である。一般に磁化(ないし磁束密度)が高い軟磁性層ほどノイズが高くなる傾向にあり、これは先に述べた理由で説明できる。このため磁化のより高い軟磁性層に用いることで、本発明によるノイズ低減効果が顕著になる。しかし、Bsがあまりに高過ぎるとノイズを低減しきれなくなるため、2T以下であることが好ましい。さらに好ましくは1.8T以下である。

【0016】本発明による軟磁性層は、先に述べた様に垂直磁気記録媒体の裏打ち層として用いられることが好ましい。このとき磁気記録層としては垂直磁気異方性を有するものが用いられる。例えばCoを主成分とする合金、例えばCoCrにPt、B、Ta等を添加したものが挙げられる。あるいはPdないしPtとCoないしFeを0.1~0.5nm程度の周期で10~50周期程度積層した多層膜、あるいはPtFe合金、TbFeCo等の希土類と遷移金属の合金等が挙げられる。磁気記録層の膜厚は厚すぎる場合には記録磁界と軟磁性層の磁氣的結合が不十分になり、記録磁界の収束が不十分になる。従って、軟磁性層の膜厚は50nm以下が好ましく、より好ましくは40nm以下であり、さらには35nm以下が好ましい。また軟磁性層が薄すぎれば信号が小さくなると共に垂直磁気異方性が低下してしまう。従って10nm以上が好ましく、より好ましくは12nm以上であり、さらには15nm以上が好ましい。

【0017】軟磁性層と前記磁気記録層の間には中間層を設けることが好ましい。中間層の目的はその種類によっても異なるが、軟磁性層と磁気記録層の交換結合を遮断することで磁気記録層の垂直磁気異方性を向上させること、結晶性の磁気記録層の結晶成長の粒径を制御すること、磁気記録層の結晶配向を制御すること等である。

【0018】CoCr合金を磁気記録層とする場合、中間層としてTiを設けることでC軸が基板に垂直方向に向いて成長し易くなる。また中間層として非磁性のCoCrを設けることも結晶成長の上からは好ましい。同様の目的でCoRu、CoCrRu等を用いることも考えられる。結晶粒径を小さくする目的ではカーボン、Si、SiO<sub>2</sub>等を用いることもある。これらを組み合わせた複数の中間層を用いても良い。中間層の膜厚が薄すぎる場合、先に述べた中間層としての役割が不十分になるが、一方厚すぎた場合はヘッドの記録部と軟磁性層との距離が離れてしまうので、1nm以上かつ20nm以下であることが好ましい。

【0019】なお、ヘッド記録部と軟磁性層表面との距離は80nm以下であることが好ましく、さらに好ましくは60nm以下である。本発明の磁気記録媒体における基板としては、Alを主成分とした例えばAl-Mg合金等のAl合金基板や、通常のソーダガラス、アルミノシリケート系ガラス、結晶化ガラス類、シリコン、チタン、セラミクス、各種樹脂からなる基板など、任意のものを用いることができる。中でもAl合金基板や結晶化ガラス等のガラス基板を用いることが好ましい。

【0020】磁気ディスク製造工程においては、従来公知の方法を適宜用いればよい。一般的にはまず基板の洗浄・乾燥が行われるのが通常であり、本発明において各層の密着性を確保する見地からもその形成前に洗浄・乾燥を行うことが望ましい。本発明の磁気記録媒体の製造に際しては、基板表面にNiP等の金属被覆層を形成することが好ましい場合もある。導電性の材料からなる基板の場合であれば電解めっきを使用することが可能である。

【0021】本発明で用いる直流バイアススパッタリングは、ガラス基板等の不導体基板に対してはそのままでは使用できない。この場合には、基板上にあらかじめ金属等による導電層を設けておき、この導電層に対してバイアス電圧を加えることが好ましい。この場合は基板の上に形成した導電層を含めて基板とみなすことができる。導電層の例としてはTi、Ta、Cr、NiAl等が挙げられる。

【0022】さらにヘッドの浮上特性を向上するために、基板表面、又は金属被覆層が形成された基板表面には同心円状にテキスチャリングを施すのが好ましい。本発明において同心円状テキスチャリングとは、例えば遊離砥粒とテキスチャーテープを使用した機械式テキスチャリングやレーザー光線などを利用したテキスチャリン

グ加工、又はこれらを併用することによって、円周方向に研磨することによって基板円周方向に微小溝を多数形成した状態を指称する。

【0023】基板の表面は、表面粗さ(Ra)がどのような値をとっても本発明の効果には基本的には影響ないが、ヘッド浮上量ができるだけ小さいことが高密度磁気記録の実現には有効であり、またこれら基板の特徴のひとつが優れた表面平滑性にあることから、基板表面のRaは1nm以下、さらには0.5nm以下であることが好ましく、中でも0.3nm以下であることが好ましい。ただし、ここでRaの決定は、触針式表面粗さ計を用いて測定した場合を想定している。このとき測定用の針の先端は半径0.2μm程度の大きさのものが使用される。

【0024】一般的には磁気記録層上には、任意の保護層を形成し、次いで潤滑層を形成する。保護層としては、炭素(C)、水素化C、窒素化C、アモルファスC、SiC等の炭素質層やSiO<sub>2</sub>、Zr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>、TiNなど通常用いられる保護層材料を用いることができる。また、保護層が2層以上の層から構成されていてもよい。保護層の膜厚は1~50nm、特に1~10nmであり、耐久性を確保できる範囲でできるだけ薄く設定することが好ましい。潤滑層に用いられる潤滑剤としては、フッ素系潤滑剤、炭化水素系潤滑剤及びこれらの混合物等が挙げられ、通常0.1~5nm、好ましくは1~3nmの膜厚で潤滑層を形成する。

【0025】磁気記録層を形成する成膜方法としては任意であるが、例えば直流(マグネトロン)スパッタリング法、高周波(マグネトロン)スパッタリング法、ECRスパッタリング法、真空蒸着法などの物理的蒸着法が挙げられる。膜の密着性、強度が高くヘッド浮上特性が良好であることから、特にスパッタリング法を用いることが好ましい。

【0026】スパッタリング成膜では、通常の場合、到達真空度は $2 \times 10^{-5}$ Pa以下、基板温度は室温(20℃)~400℃、スパッタリングガス圧は0.1~2Paが好ましい。磁気記録層がCoCr合金である場合、磁気記録層の成膜に当たっては、磁気記録層の結晶成長を促進し、かつ磁気記録層のCrの偏析を促進するために、一般に基板を100~350℃程度に加熱することが好ましい。

【0027】本発明の磁気記録装置は、少なくとも上述してきた磁気記録媒体と、これを記録方向に駆動する駆動部と、記録部と再生部からなる磁気ヘッドと、磁気ヘッドを磁気記録媒体に対して相対運動させる手段と、磁気ヘッドへの信号入力と磁気ヘッドからの出力信号再生を行うための記録再生信号処理手段を有する磁気記録装置である。上述の磁気ヘッドの再生部をMRヘッドで構成することにより、高記録密度を持った磁気記録装置を実現することができる。また、記録部は従来面内磁気記

録で用いられてきたリングヘッド、あるいは単独の磁極のみを有する単磁極ヘッド（SPTヘッド）を用いることが可能であるが、軟磁性層との組み合わせで急峻な磁界分布が得られるSPTヘッドを用いることが好ましい。この磁気ヘッドを0.01 $\mu$ m以上、0.03 $\mu$ m未満程度に浮上させることで高いS/Nが得られ、大容量で高信頼性のある磁気記録装置を提供することができる。また、PRMLによる信号処理回路を組み合わせるとさらに記録密度を向上でき、例えば、トラック密度90kFTPI以上、線記録密度700kFTPI以上、1平方インチ当たり60Gビット以上の記録密度で記録・再生する場合にも十分なS/N比、および記録の熱安定性が得られる。

#### 【0028】

【実施例】以下に実施例を示し、本発明をさらに具体的に説明する。但し、本発明はその要旨を超えない限り、以下の実施例に限定されるものではない。

（実施例1～12）ハードディスク用アルミニウム基板をセットした真空チャンバをあらかじめ $1.0 \times 10^{-5}$  Pa以下に真空排気した。アルミニウム基板は表面にNiPメッキが施されている。Ra約0.5nm、外径65mm、内径20mmである。

【0029】基板上にCo86Zr8Nb6、またはCo86Zr8Ta6よりなる200nmの軟磁性層、5nmのカーボン保護層を順次、Arガスによる直流スパッタリン

表1

	軟磁性層組成	バイアス電圧	ノイズ
		(V)	(mVrms)
実施例1	Co86Zr8Nb6	50	0.053
実施例2	Co86Zr8Nb6	100	0.045
実施例3	Co86Zr8Nb6	200	0.047
実施例4	Co86Zr8Nb6	300	0.044
実施例5	Co86Zr8Nb6	400	0.052
実施例6	Co86Zr8Nb6	500	0.067
比較例1	Co86Zr8Nb6	0	0.082
実施例7	Co86Zr8Ta6	50	0.082
実施例8	Co86Zr8Ta6	100	0.055
実施例9	Co86Zr8Ta6	200	0.052
実施例10	Co86Zr8Ta6	300	0.050
実施例11	Co86Zr8Ta6	400	0.064
実施例12	Co86Zr8Ta6	500	0.082
比較例2	Co86Zr8Ta6	0	0.088

【0033】第1図にバイアス電圧を印加しない場合（比較例1）と、バイアス電圧が200Vの場合（実施例3）のノイズの周波数スペクトルに示す。また、実施例1～12、比較例1および2について軟磁性層成膜時の基板へのバイアス電圧と軟磁性層を形成したディスク基板のノイズの関係を第2図に示す。

グ法を用いて積層した。このとき、基板への直流バイアス電圧を50～500Vまで変化させた。また、成膜時のアルゴンガス分圧は約 $7.0 \times 10^{-1}$  Paに設定した。カーボン保護層の上にフッ素系潤滑剤（Fomblin Z-Dol 2000：アウジモント社製）の潤滑剤層を形成した。

【0030】以上のようにして作製した軟磁性層を形成したディスク基板のノイズ特性を、スピンスターを用いて以下の通り評価した。ヘッドとしてアルプス電気社製のGMRヘッドを用い、磁気ディスクの回転速度を4200rpmとし、ノイズスペクトルは、1～100MHzまでのものを取り込み、積分強度を周波数平均化することでノイズ電圧を求めた。なおノイズはrms値を取ることでその出力とした。

【0031】（比較例1および2）軟磁性層を成膜する時の基板への直流バイアス電圧を0Vとした以外は実施例1～12と同じ条件で軟磁性層を形成したディスク基板を作製し評価した。表1に実施例1～12および比較例1～2での軟磁性層の組成、軟磁性層成膜時の基板へのバイアス電圧そして、各比較例で作製した軟磁性層を形成したディスク基板のノイズ特性をまとめて示す。なお表1では、バイアス電圧は接地電位に対して-100Vの電圧を印加する場合を100Vとして表してある。

#### 【0032】

【表1】

（実施例13）軟磁性層を200nmのNi45Fe55、直流バイアス電圧を300Vとした以外は、実施例1と同じ条件で軟磁性層を形成したディスク基板を作製し、特性を評価した。

（比較例3）軟磁性層成膜時の基板への直流バイアス電圧を0Vとした以外は、実施例13と同じ条件で軟磁性

層を形成したディスク基板を作製し、特性を評価した。

【0034】実施例13と比較例3の軟磁性層を形成したディスク基板のノイズの周波数スペクトルを第3図に比較して示す。

(実施例14)  $\text{Co}_{84}\text{Zr}_{8}\text{Nb}_6$ よりなる軟磁性層を200nm成膜した後、この上にTiよりなる10nmの第1中間層、 $\text{Co}_{63}\text{Cr}_{37}$ の第2中間層、 $\text{Co}_{\text{Cr}}19\text{Pt}_{12}\text{B}_3$ の組成よりなる20nmの磁気記録層、5nmのカーボン保護層を順次、直流スパッタリング法を用いて積層した。磁気記録層の成膜温度は350℃とした。軟磁性層成膜時の基板への直流バイアス電圧を150Vとした。成膜時のアルゴンガス分圧は約 $7.0 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ に設定した。カーボン保護層の上にフッ素系潤滑剤(Fomblin Z-Dol 2000:アウジモント社製)の潤滑剤層を形成した。このとき媒体保磁力は3300Oe、角形比は0.78であり、軟磁性層のバイアス電圧の有無による変化は見られなかった。

【0035】最高記録周波数(HF)=83.82MHz、記録電流=40mAで測定を行った。ヘッドとしてアルプス電気社製のGMRヘッドを用い、磁気ディスクの回転速度を4200rpmとし、ノイズスペクトルは、1~100MHzまでのものを取り込み、積分強度を周波数平均化することでノイズ電圧を求めた。なおノイズはrms値を取ることでその出力とした。S/N比は、最低記録周波数(15.72MHz)の平均出力をノイズ電圧で割ることにより算出した。

【0036】(比較例4)軟磁性層成膜時の基板への直流バイアス電圧を0Vとした以外は、実施例14と同じ条件で磁気ディスクを作製し、特性を評価した。この結果、軟磁性層成膜時にバイアス電圧を印加しない場合、

(比較例4)のS/N比は17.8dBであり、バイアス電圧が150Vの場合(実施例14)のS/N比は20.3dBであった。

【0037】したがって、実施例14で作製した磁気ディスクを用いた場合、S/N比に優れた磁気記録装置を得ることができる。

【0038】

【発明の効果】上記結果から明らかなように、軟磁性層の成膜時に直流バイアス電圧を加えることで低ノイズとなり、高いS/N比の磁気記録媒体を実現することが可能である。従って、本発明の磁気記録媒体を用いた磁気記録装置は優れたS/N比で記録再生を行うことができる。

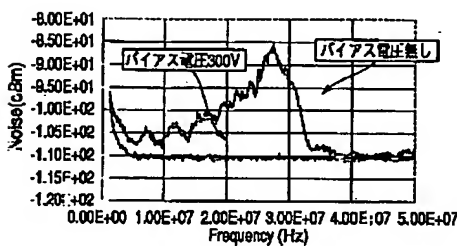
【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の実施例3および比較例1におけるノイズの周波数スペクトルを示した図

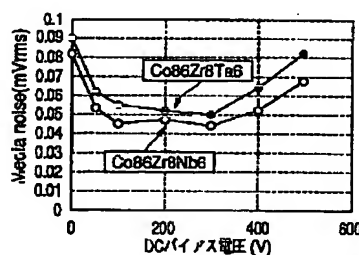
【図2】本発明の実施例1~12および比較例1~2においてバイアス電圧を変えたときのノイズの変化を示した図

【図3】実施例13と比較例3における軟磁性層成膜時のバイアス電圧のある場合とない場合でのノイズの周波数スペクトルの違いを示した図

【図1】



【図2】



【図3】

